

-1-

5

10

## Umrichterschaltung

### BESCHREIBUNG

15

#### Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leistungselektronik. Sie geht aus von einer  
20 Umrichterschaltung gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

#### Stand der Technik

25 Umrichterschaltungen werden heute in einer Fülle von leistungselektronischen Anwendungen eingesetzt. Die Anforderungen an eine solche Umrichterschaltung sind dabei zum einen, möglichst wenig Oberschwingungen eines an Phasen der Umrichterschaltung gängigerweise angeschlossenen elektrischen Wechselspannungsnetzes zu erzeugen und zum anderen mit einer möglichst geringen Anzahl an elektronischen Bauelementen möglichst grosse Leistungen 30 zu übertragen. Eine geeignete Umrichterschaltung ist in der WO 01/93412 A2 angegeben. Darin ist ein erstes Schaltgruppensystem für jede Phase vorgesehen, welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter verbundenen Kondensator gebildete erste Hauptschaltgruppe aufweist. Der Leistungshalbleiterschalter der ersten Hauptschaltgruppe ist durch einen Bipolartransistor mit isoliert ange-

ordneter Ansteuerelektrode (IGBT - Insulated Gate Bipolartransistor) und durch eine dem Bipolartransistor antiparallel geschaltete Diode gebildet. Der Leistungshalbleiterschalter der ersten Hauptschaltgruppe ist somit durch ein aktives ansteuerbares elektronisches Bauelement, nämlich dem Bipolartransistor, und zusätzlich durch die Diode gebildet, so dass mit

- 5 dem derart gebildeten Leistungshalbleiterschalter eine bidirektionale Stromführungsrichtung ermöglicht ist. Weiterhin weist das erste Schaltgruppensystem mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter und durch einen Kondensator gebildete Zwischenschaltgruppe auf, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe mit der ersten Hauptschaltgruppe verbunden ist. Jeder der ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter
- 10 der Zwischenschaltgruppe ist ebenfalls durch einen Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode und durch eine dem Bipolartransistor antiparallel geschaltete Diode gebildet. Ferner umfasst das erste Schaltgruppensystem eine durch einen Leistungshalbleiterschalter gebildete zweite Hauptschaltgruppe, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe mit der zweiten Hauptschaltgruppe verbunden ist. Der Leistungshalbleiterschalter der zweiten
- 15 Hauptschaltgruppe ist auch durch einen Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode und durch eine dem Bipolartransistor antiparallel geschaltete Diode gebildet. Der Leistungshalbleiterschalter der zweiten Hauptschaltgruppe ist somit auch durch ein aktives ansteuerbares elektronisches Bauelement, nämlich dem Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode, und zusätzlich durch die Diode gebildet, wobei mit dem derart gebildeten Leistungshalbleiterschalter ebenfalls die bereits erwähnte bidirektionale Stromführungsrichtung ermöglicht ist.

Problematisch bei einer Umrichterschaltung nach der WO 01/93412 A2 ist, dass der Leistungshalbleiterschalter der ersten Hauptschaltgruppe und der zweiten Hauptschaltgruppe eine Vielzahl an elektronischen Bauelementen aufweisen, d.h. dass der Leistungshalbleiterschalter durch den Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode und zusätzlich durch die Diode gebildet ist. Die grosse Anzahl an elektronischen Bauelementen macht die Umrichterschaltung bezüglich ihres Aufbaus kompliziert, verursacht hohe Kosten der Umrichterschaltung und erfordert einen enormen Platzbedarf aufgrund der elektronischen Baulemente selbst und aufgrund deren Verkabelung. Durch den Einsatz des Bipolartransistors mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode im Leistungshalbleiterschalter der ersten und zweiten Hauptschaltgruppe ist es desweiteren notwendig, entsprechende Ansteuerschaltungen vorzusehen, wodurch ein hoher Ansteueraufwand notwendig ist, sich der Verkabelungs-

aufwand weiter erhöht und zusätzlicher Platzbedarf notwendig ist, so dass die Kosten für eine Umrichterschaltung nach der WO 01/93412 A2 weiter ansteigen. Durch den komplizierten Aufbau der Umrichterschaltung mit den vielen elektronischen Bauelementen, den hohen Ansteueraufwand und den grossen Verkabelungsaufwand ist die Umrichterschaltung nach der

5 WO 01/93412 A2 störanfällig, so dass die Verfügbarkeit der Umrichterschaltung insgesamt klein ist. Zudem ist der Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode ein teures und, durch seine Bauart bedingt, ein störanfälligiges elektronisches Bauelement, so dass die Verfügbarkeit der Umrichterschaltung weiter absinkt.

10 Darüber hinaus arbeitet die Umrichterschaltung nach der WO 01/93412 A2 in vielen Betriebsanwendungen der Umrichterschaltung, wie beispielsweise bei Zwei-Quadranten-Betriebsanwendungen, unwirtschaftlich, da dann der Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode des Leistungshalbleiterschalters der ersten und zweiten Hauptschaltgruppe zwar angesteuert wird, aber strommässig überhaupt nicht oder nur sehr schwach belastet wird.

15

In der US 2003/0128563 A1 ist eine alternative Umrichterschaltung für mindestens eine Phase angegeben, welche Umrichterschaltung ein für eine einzige dieser Phasen vorgesehenes Schaltgruppensystem aufweist, welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter und

20 durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter verbundenen zugehörigen Kondensator gebildete erste Hauptschaltgruppe aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter der ersten Hauptschaltgruppe durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist. Weiterhin weist das Schaltgruppensystem eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter und durch

25 einen Kondensator gebildete Zwischenschaltgruppe auf, wobei die Zwischenschaltgruppe mit der ersten Hauptschaltgruppe verbunden ist. Ferner weist das Schaltgruppensystem eine durch einen Leistungshalbleiterschalter gebildete zweite Hauptschaltgruppe auf, wobei der Leistungshalbleiterschalter der zweiten Hauptschaltgruppe durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist

30 und die oder eine Zwischenschaltgruppe mit der zweiten Hauptschaltgruppe verbunden ist.

Problematisch bei einer Umrichterschaltung nach der US 2003/0128563 A1 ist, dass durch den Kondensator der ersten Hauptschaltgruppe und durch den Kondensator der Zwischen-

schaltgruppe 7 nur eine äusserst begrenzte der Speicherfähigkeit von elektrischer Energie der gesamten Umrichterschaltung erreicht ist. Daraus folgt, dass an den beiden Kondensatoren unerwünschte Spannungsschwingungen und Stromschwingungen vorliegen, welche beispielsweise von einer dynamischen elektrische Last hervorgerufen werden können, welche

5 Spannungsschwingungen und Stromschwingungen durch die geringe Speicherfähigkeit der Kondensatoren nicht gedämpft werden können. Die Folge ist dann, dass Oberschwingungen an den Phasen der Umrichterschaltung auftreten, die äusserst unerwünscht in einem üblicherweise an die Phasen angeschlossenen elektrischen Wechselspannungsnetz sind.

10

### Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Umrichterschaltung für mindestens eine Phase anzugeben, bei welcher sich ein möglichst grosses Mass an elektrischer Energie speichern

15 lässt. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 beziehungsweise des Anspruchs 2 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Die erfindungsgemäße Umrichterschaltung für mindestens eine Phase umfasst für jede

20 Phase ein erstes Schaltgruppensystem, welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter verbundenen Kondensator gebildete erste Hauptschaltgruppe aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter der ersten Hauptschaltgruppe durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist. Zudem umfasst das erste Schaltgruppensystem mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter und durch einen Kondensator gebildete Zwischenschaltgruppe, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe mit der ersten Hauptschaltgruppe verbunden ist. Das erste Schaltgruppensystem weist weiterhin eine durch einen Leistungshalbleiterschalter gebildete zweite Hauptschaltgruppe auf, wobei der Leistungshalbleiterschalter der zweiten Hauptschaltgruppe durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist und die oder eine Zwischenschaltgruppe mit der zweiten Hauptschaltgruppe verbunden ist. Erfindungsgemäss sind bei vorgesehenen mehreren Phasen die ersten Schaltgruppensysteme der Phasen parallel miteinander verbunden. Alternativ

dazu sind erfindungsgemäss für jede Phase  $n$  weitere Schaltgruppensysteme vorgesehen sind, wobei  $n \geq 1$  ist und bei jedem der  $n$  weiteren Schaltgruppensysteme die der ersten Hauptschaltgruppe benachbarte Zwischenschaltgruppe in Serie zur ersten Hauptschaltgruppe geschaltet ist und die der zweiten Hauptschaltgruppe benachbarte Zwischenschaltgruppe

- 5 in Serie zur zweiten Hauptschaltgruppe geschaltet ist. Die erste Hauptschaltgruppe des ersten Schaltgruppensystems und die ersten Hauptschaltgruppen der  $n$  weiteren Schaltgruppensysteme sind dann zueinander in Serie geschaltet, wobei die zweite Hauptschaltgruppe des ersten Schaltgruppensystems und die zweiten Hauptschaltgruppen der  $n$  weiteren Schaltgruppensysteme zueinander in Serie geschaltet sind. Bei mehreren Phasen sind die  $n$ -ten weiteren Schaltgruppensysteme der Phasen parallel miteinander verbunden. Durch Parallelschaltung der ersten Schaltgruppensysteme der Phasen beziehungsweise der  $n$ -ten weiteren Schaltgruppensysteme der Phasen, d.h. der Kondensatoren der ersten Hauptschaltgruppen der ersten Schaltgruppensysteme beziehungsweise der  $n$ -ten weiteren Schaltgruppensysteme sowie der Kondensatoren der Zwischenschaltgruppen der ersten Schaltgruppensysteme beziehungsweise der  $n$ -ten weiteren Schaltgruppensysteme, kann vorteilhaft eine Erhöhung der Speicherfähigkeit von elektrischer Energie der gesamten Umrichterschaltung erreicht werden, insbesondere da sich die Kapazitätswerte der parallel geschalteten Kondensatoren addieren. Darüber hinaus können durch die Parallelschaltung der Kondensatoren der ersten Hauptschaltgruppen und der Kondensatoren der Zwischenschaltgruppen unerwünschte Schwingungen der Spannung und des Stromes an den parallel geschalteten Kondensatoren der ersten Hauptschaltgruppen und an den parallel geschalteten Kondensatoren der Zwischenschaltgruppen gedämpft und somit vorteilhaft nahezu vermieden werden. Solche unerwünschten Schwingungen treten dann auch weitestgehend nicht an den Phasen der Umrichterschaltung und damit schlussendlich auch nahezu nicht in einem 20 üblicherweise an die Phasen angeschlossenen elektrischen Wechselspannungsnetz auf.
- 25

Dadurch, dass der Leistungshalbleiterschalter der ersten Hauptschaltgruppe und der Leistungshalbleiterschalter der zweiten Hauptschaltgruppe jeweils nur durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebil-

- 30 det ist und somit jeweils ohne ein aus dem Stand der Technik ferner bekanntes aktives ansteuerbares elektronisches Bauelement, beispielsweise einen Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode, auskommt, ist eine mit sehr wenigen elektronischen Bauelementen auskommende und damit sehr einfache und unkomplizierte Umrichterschaltung

erreicht. Desweiteren ist die erfindungsgemäße Umrichterschaltung durch die geringe Anzahl an elektronischen Bauelementen zudem kostengünstig zu realisieren und zu betreiben, weist einen sehr geringen Ansteuer- und Verkabelungsaufwand auf, benötigt dadurch nur wenig Platz und zeichnet sich durch eine geringe Störanfälligkeit und damit durch eine hohe 5 Verfügbarkeit aus.

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Umrichterschaltung sehr wirtschaftlich betrieben werden, da der als passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement mit unidirektionaler Stromführungsrichtung ausgebildete Leistungshalbleiterschalter der ersten und 10 zweiten Hauptschaltgruppe beim Betrieb der Umrichterschaltung an der Stromführung beteiligt ist und somit in einem hohen Maße ausgelastet ist.

Diese und weitere Aufgaben, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung 15 in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich.

#### **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

20 Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Umrichterschaltung,
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umrichterschaltung,
- 25 Fig. 3 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umrichterschaltung,
- Fig. 4 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umrichterschaltung,
- 30 Fig. 5 eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umrichterschaltung,
- Fig. 6 eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umrichterschaltung,

Fig. 7 eine siebte Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung,

Fig. 8 eine achte Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung,

5 Fig. 9 eine neunte Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung und

10 Fig. 10 eine beispielhafte Darstellung der vierten Ausführungsform gemäss Fig. 4 der erfindungsgemässen Umrichterschaltung.

15 Die in der Zeichnung verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebenen Ausführungsformen stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

In Fig. 1 ist eine, insbesondere einphasige, erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Umrichterschaltung gezeigt. Darin umfasst die Umrichterschaltung für mindestens eine

20 Phase R, S, T ein für jede Phase R, S, T vorgesehenes erstes Schaltgruppensystem 1, welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter 2 und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter 2 verbundenen Kondensator 3 gebildete erste Hauptschaltgruppe 4 aufweist.

25 Ferner weist das erste Schaltgruppensystem 1 mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter 5 und durch einen Kondensator 6 gebildete Zwischenschaltgruppe 7 auf, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe 7 mit der ersten Hauptschaltgruppe 4 verbunden ist. Die zwei in Serie geschalteten ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter 5 der Zwischenschaltgruppe 7 sind gemäss Fig. 1 jeweils als Bipolartransistoren mit isoliert angeordneten Ansteuerelektroden und antiparallel geschalteten Dioden

30 ausgeführt. Zudem weist das erste Schaltgruppensystem 1 eine durch einen Leistungshalbleiterschalter 8 gebildete zweite Hauptschaltgruppe 9 auf, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe 7 mit der zweiten Hauptschaltgruppe 9 verbunden ist. Der Leistungshalbleiterschalter 2 der ersten Hauptschaltgruppe 4 ist durch ein passives nicht ansteuerbares elekt-

ronisches Bauelement 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung und der Leistungshalbleiterschalter 8 der zweiten Hauptschaltgruppe 9 ebenfalls durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet.

5 Die erfindungsgemäße Umrichterschaltung kommt somit ohne ein bekanntes aktives ansteuerbares elektronisches Bauelement, beispielsweise einen Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode, für die erste und zweite Hauptschaltgruppe 4, 9 aus, da der Leistungshalbleiterschalter 2 der ersten Hauptschaltgruppe 4 und der Leistungshalbleiterschalter 8 der zweiten Hauptschaltgruppe 8 jeweils nur durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist.

10 Durch diese Massnahme ist eine mit sehr wenigen elektronischen Bauelementen auskommende und damit sehr einfache und unkomplizierte Umrichterschaltung erreicht. Ferner ist die erfindungsgemäße Umrichterschaltung durch die geringe Anzahl an elektronischen Bauelementen zudem kostengünstig zu realisieren und zu betreiben, weist einen sehr gerin-  
15 gen Ansteuer- und Verkabelungsaufwand auf, benötigt dadurch nur wenig Platz und zeichnet sich durch eine geringe Störanfälligkeit und damit durch eine hohe Verfügbarkeit aus.

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Umrichterschaltung sehr wirtschaftlich betrieben werden, da der als passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung ausgebildete Leistungshalbleiterschalter 2, 8 der ersten und zweiten Hauptschaltgruppe 4, 9 beim Betrieb der Umrichterschaltung an der Stromführung beteiligt ist und somit in einem hohen Maße ausgelastet ist.

25 Die erfindungsgemäße Umrichterschaltung ist für einen Zweiquadrantenbetrieb als Gleichrichter und als Phasenschieber beispielsweise zur Kompensation von Blindleistung betreibbar beziehungsweise einsetzbar. Vorzugsweise wird die erfindungsgemäss Umrichterschaltung mit einem dreiphasigen, preiswerten Standardtransformator auf der Phasenseite an Stelle von 12-pulsigen, 18-pulsigen oder 24-pulsigen Gleichrichterschaltungen mit aufwändigen Spezialtransformatoren eingesetzt.

30 In Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäsen Umrichterschaltung gezeigt. Darin weist beim ersten Schaltgruppensystem 1 der Leistungshalbleiterschalter 2 der ersten Hauptschaltgruppe 4 ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bau-

element 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung auf, wobei das weitere elektronische Bauelement 11 in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement 11 geschaltet ist. Zudem weist gemäss Fig. 2 beim ersten Schaltgruppensystem 1 der Leistungshalbleiterschalter 8 der zweiten Hauptschaltgruppe 9 ebenfalls ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung auf, wobei das weitere elektronische Bauelement 11 in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement 11 geschaltet ist. Vorzugsweise ist das bestehende und das weitere passive nicht ansteuerbare elektronische Bauelement 11 gemäss Fig. 1 beziehungsweise gemäss Fig. 2 eine Diode. In Fig. 1 ist die Diode als hochsperrende Diode, d.h. eine Diode mit einer hohen Sperrspannung, ausgebildet. Die Serienschaltung des bestehenden passiven nicht ansteuerbaren elektronischen Bauelementes 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung mit dem weiteren passiven nicht ansteuerbaren elektronischen Bauelementes 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung bezüglich der ersten und zweiten Hauptschaltgruppe 4, 9 gemäss Fig. 2 bewirkt weiterhin, dass sich die Spannung über beiden elektronischen Bauelementen 11 aufteilt und somit insgesamt eine höhere Sperrfähigkeit der erfindungsgemässen Umrichterschaltung erreicht werden kann und damit eine grössere Leistung durch die erfindungsgemässen Umrichterschaltung übertragen werden kann.

Bei den in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Ausführungsformen der erfindungsgemässen Umrichterschaltung ist beim ersten Schaltgruppensystem 1 einer der ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter 5 einer jeden Zwischenschaltgruppe 7 mit dem Kondensator 6 derselben Zwischenschaltgruppe 7 verbunden. Des Weiteren ist die der ersten Hauptschaltgruppe 4 benachbarte Zwischenschaltgruppe 7 parallel zur ersten Hauptschaltgruppe 4 geschaltet und die der zweiten Hauptschaltgruppe 9 benachbarte Zwischenschaltgruppe 7 parallel zur zweiten Hauptschaltgruppe 9 geschaltet. Im Unterschied zu den beiden Ausführungsformen der erfindungsgemässen Umrichterschaltung nach Fig. 1 und Fig. 2 ist bei einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gemäss Fig. 3 beim ersten Schaltgruppensystem 1 der Verbindungspunkt der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter 5 einer jeden Zwischenschaltgruppe 7 mit dem Kondensator 6 derselben Zwischenschaltgruppe 7 verbunden, wobei die der ersten Hauptschaltgruppe 4 benachbarte Zwischenschaltgruppe 7 mit dem einen der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter 5 mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bauelemente 11 der ersten Hauptschaltgruppe 4 verbunden ist. Darüber hinaus ist gemäss Fig. 3 beim ersten Schaltgruppensystem

1 die der zweiten Hauptschaltgruppe 9 benachbarte Zwischenschaltgruppe 7 mit dem anderen der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter 5 mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bauelemente 11 der zweiten Hauptschaltgruppe 9 verbunden.

5 In Fig. 4 ist eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gezeigt. Darin sind bei mehreren Phasen R, S, T, insbesondere bei den in Fig. 4 gezeigten drei Phasen R, S, T, die ersten Schaltgruppensysteme 1 der Phasen R, S, T parallel miteinander verbunden, d.h. die Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 der ersten Schaltgruppensysteme 1 der Phasen R, S, T sind miteinander parallel verbunden und die Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 der ersten Schaltgruppensysteme 1 der Phasen R, S, T sind miteinander parallel verbunden. Gemäss Fig. 4 sind die zweiten Hauptschaltgruppen 9 der ersten Schaltgruppensysteme 1 zudem miteinander verbunden. In Fig. 10 ist zum besseren Verständnis dazu eine beispielhafte Darstellung der vierten Ausführungsform gemäss Fig. 4 der erfindungsgemässen Umrichterschaltung mit ersten Schaltgruppensystemen 1 gemäss Fig. 1 gezeigt. Mittels der Parallelschaltung der ersten Schaltgruppensysteme 1 der Phasen R, S, T, d.h. der Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 und der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 wird vorteilhaft eine Erhöhung der Speicherfähigkeit von elektrischer Energie der gesamten Umrichterschaltung erreicht. Darüber hinaus kann durch die Parallelschaltung der Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 und der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 unerwünschte Schwingungen der Spannung und des Stromes an den parallel geschalteten Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 und an den parallel geschalteten Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 gedämpft und somit vorteilhaft weitestgehend vermieden werden. Solche unerwünschten Schwingungen treten dann auch weitestgehend nicht an den Phasen R, S, T der Umrichterschaltung und damit schlussendlich auch nahezu nicht in einem üblicherweise an die Phasen angeschlossenen elektrischen Wechselspannungsnetz auf. Zudem bewirkt ein Anschluss einer elektrischen Einrichtung, beispielsweise einer Ladeeinrichtung, an einen der Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 beziehungsweise an einen der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7, dass alle Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 beziehungsweise alle Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 an die elektrische Einrichtung angeschlossen sind, so dass ein einzelnes Anschliessen der elektrischen Einrichtung an jeden der Kondensatoren der ersten Hauptschaltgruppen 4 beziehungsweise an jeden der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 vorteilhaft entfallen kann.

Wie vorstehend bereits erwähnt, ist bei der erfindungsgemässen Umrichterschaltung beim ersten Schaltgruppensystem 1 mindestens eine Zwischenschaltgruppe 7, d.h. eine oder mehrere Zwischenschaltgruppen 7 vorgesehen. Gemäss den Ausführungsformen nach Fig. 5, 5 Fig. 6 und Fig. 9 der erfindungsgemässen Umrichterschaltung, welche nachfolgend detailliert erläutert werden, sind im Falle mehrerer vorgesehener Zwischenschaltgruppen 7 beim ersten Schaltgruppensystem 1 jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen 7 verkettet miteinander verbunden, wobei die Zwischenschaltgruppen 7 gemäss der Ausführungsform nach Fig. 1 oder Fig. 2 ausgebildet sind. Bei der Zwischenschaltgruppe 7 nach Fig. 1 oder Fig. 2 handelt 10 es sich um einen Vierpol, so dass die Verkettung jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen 7 eine Verkettung von Vierpolen ist. Es versteht sich, dass die vorstehend genannte Verkettung jeweils benachbarter Zwischenschaltgruppen 7 beim ersten Schaltgruppensystem 1 auch mit den nach Fig. 3 ausgeführten Zwischenschaltgruppen 7 des ersten Schaltgruppensystems 1 möglich ist. Durch die Vielzahl an Zwischenschaltgruppen 7 beim ersten 15 Schaltgruppensystem 1 kann die zu übertragende Leistung durch eine höhere über dem ersten Schaltgruppensystem 1 anliegende Gleichspannung erhöht werden, da sich diese Gleichspannung in einzelne Gleichspannungen entsprechend dem Kondensator 3 der zugehörigen ersten Hauptschaltgruppe 4 sowie an den Kondensatoren 6 der Vielzahl an Zwischenschaltgruppen 7 aufteilt. Darüber hinaus wird durch die Vielzahl eine Erhöhung der Anzahl an 20 Schaltniveaus erzielt, wodurch sehr vorteilhaft eine weitere Reduzierung von Oberschwingungen auf der Phasenseite der Umrichterschaltung erreicht werden kann.

In Fig. 5 ist eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gezeigt, wobei darin die ersten Schaltgruppensysteme 1 der Phasen R, S, T mit den entsprechenden ersten und zweiten Hauptschaltgruppen 4, 9 und mehreren Zwischenschaltgruppen 7 nach Fig. 1 oder Fig. 2 ausgebildet sind. Weiterhin ist in Fig. 6 eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gezeigt, wobei darin die ersten Schaltgruppensysteme 1 der Phasen R, S, T mit den entsprechenden ersten und zweiten Hauptschaltgruppen 4, 9 und mehreren Zwischenschaltgruppen 7 nach Fig. 3 ausgebildet sind. 25 30 Beispielhaft sind bei der fünften Ausführungsform nach Fig. 5 und bei der sechsten Ausführungsform nach Fig. 6 drei Phasen gezeigt, wobei allgemein eine beliebige Anzahl an Phasen R, S, T denkbar ist. Gemäss Fig. 5 und Fig. 6 sind für jede Phase R, S, T n weitere Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n vorgesehen, wobei  $n \geq 1$  ist und bei jedem der n weiteren

Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n einer der ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter 5 einer jeden Zwischenschaltgruppe 7 mit dem Kondensator 6 derselben Zwischenschaltgruppe 7 verbunden ist und die der ersten Hauptschaltgruppe 4 benachbarte Zwischenschaltgruppe 7 in Serie zur ersten Hauptschaltgruppe 4 geschaltet ist und die der zweiten Hauptschaltgruppe 9 benachbarte Zwischenschaltgruppe 7 in Serie zur zweiten Hauptschaltgruppe 9 geschaltet ist. Weiterhin sind gemäss Fig. 5 und Fig. 6 die erste Hauptschaltgruppe 4 des ersten Schaltgruppensystems 1 und die ersten Hauptschaltgruppen 4 der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n zueinander in Serie geschaltet und die zweite Hauptschaltgruppe 9 des ersten Schaltgruppensystems 1 und die zweiten Hauptschaltgruppen 9 der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n zueinander in Serie geschaltet. Jedes der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n der Phasen R, S, T ist bezüglich der erste und zweite Hauptschaltgruppe 4, 9 und der oder den Zwischenschaltgruppen 7 vorzugsweise gemäss dem vorstehend beschriebenen ersten Schaltgruppensystem 1 nach Fig. 1 oder Fig. 2 ausgebildet, d.h. dass allgemein jedes der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n der Phasen R, S, T die durch einen Leistungshalbleiterschalter 2 und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter 2 verbundenen Kondensator 3 gebildete erste Hauptschaltgruppe 4 aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter 2 der ersten Hauptschaltgruppe 4 durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist. Zudem weist jedes der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n der Phasen R, S, T mindestens die eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter 5 und durch einen Kondensator 6 gebildete Zwischenschaltgruppe 7 auf, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe 7 mit der ersten Hauptschaltgruppe 4 verbunden ist. Des Weiteren weist jedes der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n der Phasen R, S, T die durch einen Leistungshalbleiterschalter gebildete zweite Hauptschaltgruppe 9 auf, wobei der Leistungshalbleiterschalter 8 der zweiten Hauptschaltgruppe 9 durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement 11 mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist und die oder eine Zwischenschaltgruppe 7 mit der zweiten Hauptschaltgruppe 9 verbunden ist. In ähnlicher Weise wie nach Fig. 4, sind bei der fünften und sechsten Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gemäss Fig. 5 und Fig. 6 bei mehreren Phasen R, S, T die n-ten weiteren Schaltgruppensysteme 10.n der Phasen R, S, T parallel miteinander verbunden, d.h. die Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 der n-ten weiteren Schaltgruppensysteme 10.n sind miteinander parallel verbunden und die Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 der n-ten weiteren

Schaltgruppensysteme 10.n sind miteinander parallel verbunden. Gemäss Fig. 5 und Fig. 6 sind die zweiten Hauptschaltgruppen 9 der n-ten weiteren Schaltgruppensysteme 10.n zudem miteinander verbunden. Mittels der Parallelschaltung der n-ten weiteren Schaltgruppensysteme 10.n der Phasen R, S, T, d.h. der Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 5 4 und der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 wird vorteilhaft eine Erhöhung der Speicherfähigkeit von elektrischer Energie der gesamten Umrichterschaltung erreicht. Darüber hinaus kann durch die Parallelschaltung der Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 10 4 und der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 unerwünschte Schwingungen der Spannung und des Stromes an den parallel geschalteten Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 und an den parallel geschalteten Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 gedämpft und somit vorteilhaft weitestgehend vermieden werden. Solche unerwünschten Schwingungen treten dann auch weitestgehend nicht an den Phasen R, 15 S, T der Umrichterschaltung und damit schlussendlich auch nahezu nicht in einem üblicherweise an die Phasen angeschlossenen elektrischen Wechselspannungsnetz auf. Zudem bewirkt ein Anschluss einer elektrischen Einrichtung, beispielsweise einer Ladeeinrichtung, an einen der Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 beziehungsweise an einen der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7, dass alle Kondensatoren 3 der ersten Hauptschaltgruppen 4 beziehungsweise alle Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 an die elektrische Einrichtung angeschlossen sind, so dass ein einzelnes Anschliessen der 20 elektrischen Einrichtung an jeden der Kondensatoren der ersten Hauptschaltgruppen 4 beziehungsweise an jeden der Kondensatoren 6 der Zwischenschaltgruppen 7 vorteilhaft entfallen kann.

Durch die vorgesehenen n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n für jede Phase R, S, 25 T gemäss Fig. 5 und Fig. 6 halbieren sich die Gleichspannungen der Kondensatoren 3, 6 des jeweiligen n-ten Schaltgruppensystems 10.n an den Kondensatoren 3, 6 des nachgeschalteten (n-1)-ten Schaltgruppensystems 10.n-1 im Betrieb der erfindungsgemässen Umrichterschaltung vorteilhaft. Bei n=1 weiteren Schaltgruppensystemen 10.1,...10.n, wie dies beispielhaft in einer siebten, insbesondere einphasigen, Ausführungsform der Umrichterschaltung gemäss Fig. 7 und in einer achten, insbesondere ebenfalls einphasigen, Ausführungsform der Umrichterschaltung gemäss Fig. 8 gezeigt ist, liegt demnach im Betrieb der Umrichterschaltung am Kondensator 3 der ersten Hauptschaltgruppe 4 des ersten Schaltgruppensystems 1 und am Kondensator 6 der Zwischenschaltgruppe 7 des ersten Schaltgrup-

pensystems 1 jeweils die halbe Gleichspannung des Kondensators 3 der ersten Haupt- schaltgruppe 4 des ersten weiteren Schaltgruppensystems 10.1 beziehungsweise des Kon- densators 6 der Zwischenschaltgruppe 7 des ersten weiteren Schaltgruppensystems 10.1 an. Durch diese Halbierung der Gleichspannung werden die Leistungshalbleiterschalter 2, 5, 8 und die Kondensatoren 3, 6 des ersten Schaltgruppensystems 1 vorteilhaft entlastet. Allge- mein kann dadurch eine Vielzahl an Schaltniveaus generiert werden, wodurch sehr vorteilhaft eine effektive Reduzierung von Oberschwingungen auf der Phasenseite erreicht werden kann. Gemäss Fig. 7 entspricht das erste Schaltgruppensystem 1 dem vorstehend detailliert beschriebenen Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 3. Ferner entspricht das erste weitere Schaltgruppensystem 10.1 nach Fig. 7 dem vorstehend detailliert beschriebenen Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 2, wobei es selbstverständlich auch denkbar ist, dass das erste weitere Schaltgruppensystem 10.1 nach Fig. 7 wie das vorstehend detailliert beschriebene Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 1 ausgebildet ist. Gemäss Fig. 8 entspricht das erste Schaltgruppensystem 1 und das erste weitere Schaltgruppensystem 10.1 dem vorstehend detailliert beschriebenen Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 2, wobei es selbstverständlich auch denkbar ist, dass das erste Schaltgruppensystem 1 und das erste weitere Schaltgruppensystem 10.1 nach Fig. 7 wie das vorstehend detailliert beschriebene Schaltgruppensys- tem 1 gemäss Fig. 1 ausgebildet ist.

20 Gemäss der fünften und sechsten Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichter- schaltung nach Fig. 5 und 6 entspricht die Anzahl der Zwischenschaltgruppen 7 eines jeden Schaltgruppensystems 10.1,...10.n der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n der Anzahl der Zwischenschaltgruppen 7 des ersten Schaltgruppensystems 1, wobei bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n im Falle mehrerer vorgesehener Zwi- schenschaltgruppen 7 jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen 7 seriell miteinander ver- bunden sind. Weiterhin ist gemäss Fig. 5 und 6 und nach einer neunten Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gemäss Fig. 9 jede Zwischenschaltgruppe 7 des ersten weiteren Schaltgruppensystems 10.1 seriell mit jeweils einer Zwischenschaltgrup- pe 7 des ersten Schaltgruppensystems 1 verbunden. Beispielhaft ist bei der neunten Ausfüh- 30 rungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gemäss Fig. 9 n=1, wobei die Um- richterschaltung insbesondere einphasig ausgebildet ist. Gemäss Fig. 9 entspricht das erste Schaltgruppensystem 1 und das erste weitere Schaltgruppensystem 10.1 dem vorstehend detailliert beschriebenen Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 2 mit mehreren Zwischen-

schaltgruppen 7, wobei es selbstverständlich auch denkbar ist, dass das erste Schaltgruppensystem 1 und das erste weitere Schaltgruppensystem 10.1 nach Fig. 9 wie das vorstehend detailliert beschriebene Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 1 mit mehreren Zwischenschaltgruppen 7 ausgebildet ist. Darüber hinaus ist es auch möglich, dass das erste Schaltgruppensystem 1 nach Fig. 9 wie das vorstehend detailliert beschriebene Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 3 mit mehreren Zwischenschaltgruppen 7 ausgebildet ist und das erste weitere Schaltgruppensystem 10.1 nach Fig. 9 wie das vorstehend detailliert beschriebene

5 Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 1 mit mehreren Zwischenschaltgruppen 7 ausgebildet ist.  
10 \* Schaltgruppensystem 1 gemäss Fig. 1 mit mehreren Zwischenschaltgruppen 7 ausgebildet ist.

15 Für  $n \geq 2$ , was der fünften und sechsten Ausführungsform der Umrichterschaltung gemäss Fig. 5 und Fig. 6 entspricht, ist jede Zwischenschaltgruppe 7 des n-ten weiteren Schaltgruppensystems 10.2,...10.n seriell mit jeweils einer Zwischenschaltgruppe 7 des (n-1)-ten Schaltgruppensystems 10.2,...10.n verbunden. Der Vorteil, dass allgemein die Anzahl der

20 Zwischenschaltgruppen 7 eines jeden Schaltgruppensystems 10.1,...10.n der n weiteren Schaltgruppensysteme 10.1,...10.n der Anzahl der Zwischenschaltgruppen 7 des ersten Schaltgruppensystems 1 entspricht, liegt darin, dass ein symmetrischer und zudem modularer Aufbau der Umrichterschaltung erreicht werden kann, so dass die Umrichterschaltung einfach und schnell adaptierbar ist und somit an verschiedenste Schaltungsanforderungen angepasst werden kann. Weiterhin kann durch die in Fig. 5, Fig. 6 und Fig. 9 gezeigte Vielzahl an Zwischenschaltgruppen 7 für jedes Schaltgruppensystem 1, 10.1,...10.n die zu übertragende Leistung durch eine höhere über dem jeweiligen n-ten Schaltgruppensysteme 10.n anliegende Gleichspannung erhöht werden, da sich diese Gleichspannung in einzelne Gleichspannungen entsprechend dem Kondensator 3 der zugehörigen ersten Hauptschaltgruppe 4 sowie an den Kondensatoren 6 der Vielzahl an Zwischenschaltgruppen 7 aufteilt. Darüber hinaus wird durch die Vielzahl eine Erhöhung der Anzahl an Schaltniveaus erzielt, wodurch sehr vorteilhaft eine weitere Reduzierung von Oberschwingungen auf der Phasenseite der Umrichterschaltung erreicht werden kann.

25 30 Bereits erläutert wurde, dass die ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter 5 der Zwischenschaltgruppe 7 gemäss den Ausführungsformen der Umrichterschaltung nach Fig. 1 bis Fig. 10 als Bipolartransistoren mit isoliert angeordneten Ansteuerelektroden und antiparallel geschalteten Dioden ausgebildet sind. Mittels dieser Bipolartransistoren ist es vorteilhaft mög-

lich, durch entsprechende Ansteuerung der Bipolartransistoren, d.h. beim Einschalten der Bipolartransistoren, den Stromgradient  $di/dt$  der Diode der ersten beziehungsweise der zweiten Hauptschaltgruppe 4, 9 gemäss Fig. 1 und Fig. 10 beziehungsweise der Dioden der ersten beziehungsweise der zweiten Hauptschaltgruppe 4, 9 gemäss Fig. 2, Fig. 3, Fig. 7, Fig. 8 und Fig. 9 kontrolliert zu begrenzen und somit vorteilhaft die jeweilige Diode vor einer Beschädigung oder gar Zerstörung zu schützen.

Insgesamt stellt die erfindungsgemässen Umrichterschaltung eine durch wenig Bauelemente gekennzeichnete und damit unkomplizierte, robuste und wenig störungsanfällige Lösung dar, 10 wobei gleichzeitig eine Übertragung grosser Leistungen möglich ist

**Bezugszeichenliste**

- 1 erstes Schaltgruppensystem
- 5 2 Leistungshalbleiterschalter der ersten Hauptschaltgruppe
- 3 Kondensator der ersten Hauptschaltgruppe
- 4 erste Hauptschaltgruppe
- 5 ansteuerbarer Leistungshalbleiterschalter der Zwischenschaltgruppe
- 6 Kondensator der Zwischenschaltgruppe
- 10 7 Zwischenschaltgruppe
- 8 Leistungshalbleiterschalter der zweiten Hauptschaltgruppe
- 9 zweite Hauptschaltgruppe
- 10.1,...10.n weitere Schaltgruppensysteme
- 11 passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement

## PATENTANSPRÜCHE

1. Umrichterschaltung für mindestens eine Phase (R, S, T), mit einem für jede Phase (R, S, T) vorgesehenen ersten Schaltgruppensystem (1),  
5        welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (2) und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter (2) verbundenen Kondensator (3) gebildete erste Hauptschaltgruppe (4) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist,  
10        welches erste Schaltgruppensystem (1) mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter (5) und durch einen Kondensator (6) gebildete Zwischenschaltgruppe (7) aufweist, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe (7) mit der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist,  
15        und welches erste Schaltgruppensystem (1) eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (8) gebildete zweite Hauptschaltgruppe (9) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist und die oder eine Zwischenschaltgruppe (7) mit der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist,  
20        dadurch gekennzeichnet,  
              dass bei mehreren Phasen (R, S, T) die ersten Schaltgruppensysteme (1) der Phasen (R, S, T) parallel miteinander verbunden sind.
- 25        2. Umrichterschaltung für mindestens eine Phase (R, S, T), mit einem für jede Phase (R, S, T) vorgesehenen ersten Schaltgruppensystem (1),  
              welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (2) und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter (2) verbundenen Kondensator (3) gebildete erste Hauptschaltgruppe (4) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist,  
30        welches erste Schaltgruppensystem (1) mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter (5) und durch einen Kondensator (6) gebildete

Zwischenschaltgruppe (7) aufweist, wobei die oder eine Zwischenschaltgruppe (7) mit der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist,  
und welches erste Schaltgruppensystem (1) eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (8) gebildete zweite Hauptschaltgruppe (9) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist und die oder eine Zwischenschaltgruppe (7) mit der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist,  
dadurch gekennzeichnet,

10 dass für jede Phase (R, S, T) n weitere Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) vorgesehen sind, wobei  $n \geq 1$  ist und bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) in Serie zur ersten Hauptschaltgruppe (4) geschaltet ist und die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) in Serie zur zweiten Hauptschaltgruppe (9) geschaltet ist,  
15 dass die erste Hauptschaltgruppe (4) des ersten Schaltgruppensystems (1) und die ersten Hauptschaltgruppen (4) der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) zueinander in Serie geschaltet sind,  
dass die zweite Hauptschaltgruppe (9) des ersten Schaltgruppensystems (1) und die zweiten Hauptschaltgruppen (9) der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) zu 20 einander in Serie geschaltet sind, und  
bei mehreren Phasen (R, S, T) die n-ten weiteren Schaltgruppensysteme (10.n) der Phasen (R, S, T) parallel miteinander verbunden sind.

25 3. Umrichterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist, und  
30 dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere

elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist.

4. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass 5 das elektronische Bauelement (11) eine Diode ist.
5. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass 10 beim ersten Schaltgruppensystem (1) einer der ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) derselben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist,  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) be- 15 nachbare Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur ersten Hauptschaltgruppe (4) geschal- tet ist, und  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) be- 20 nachbare Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur zweiten Hauptschaltgruppe (9) geschal- tet ist.
6. Umrichterschaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten 25 Schaltgruppensystem (1) der Verbindungspunkt der beiden ansteuerbaren Leistungs- halbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) derselben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist,  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) be- 30 nachbare Zwischenschaltgruppe (7) mit dem einen der beiden ansteuerbaren Leis- tungshalbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bau- elemente (11) der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist, und  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) be- nachbare Zwischenschaltgruppe (7) mit dem anderen der beiden ansteuerbaren Leis- tungshalbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bau- elemente (11) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist.
7. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1, 3, 5, 6, dadurch gekennzeichnet, dass 35 beim ersten Schaltgruppensystem (1) im Falle mehrerer vorgesehener Zwischenschalt-

gruppen (7) jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen (7) verkettet miteinander verbunden sind.

5 8. Umrichterschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) und bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektionaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist, und

10 dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) und bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektionaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist.

15

20 9. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 2 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) und bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) einer der ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) derselben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist,

25 dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur ersten Hauptschaltgruppe (4) geschaltet ist, und

30 dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur zweiten Hauptschaltgruppe (9) geschaltet ist.

35

40 10. Umrichterschaltung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) der Verbindungspunkt der beiden ansteuerbaren Leistungs- halbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) derselben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist,

dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) mit dem einen der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Baulemente (11) der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist, und

5        dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) mit dem anderen der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Baulemente (11) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist.

10      11. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 2 oder 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) im Falle mehrerer vorgesehener Zwischenschaltgruppen (7) jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen (7) verkettet miteinander verbunden sind.

15      12. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 2 oder 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Zwischenschaltgruppen (7) eines jeden Schaltgruppensystems (10.1,...10.n) der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) der Anzahl der Zwischenschaltgruppen (7) des ersten Schaltgruppensystems (1) entspricht, und dass bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) im Falle mehrerer vorgesehener Zwischenschaltgruppen (7) jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen (7) seriell miteinander verbunden sind.

20      25      13. Umrichterschaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass jede Zwischenschaltgruppe (7) des ersten weiteren Schaltgruppensystems (10.1) seriell mit jeweils einer Zwischenschaltgruppe (7) des ersten Schaltgruppensystems (1) verbunden ist.

25      30      14. Umrichterschaltung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass für  $n \geq 2$  jede Zwischenschaltgruppe (7) des n-ten weiteren Schaltgruppensystems (10.2,...10.n) seriell mit jeweils einer Zwischenschaltgruppe (7) des (n-1)-ten Schaltgruppensystems (10.2,...10.n) verbunden ist.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 23. September 2004 (23.09.2004) eingegangen ;  
ursprünglicher Anspruch 1 geändert;  
ursprüngliche Ansprüche 14 - 25 umnumbert in 13 - 24;  
ursprüngliche Ansprüche 2 - 12 unverändert;  
(3 Seiten)]

1. Umrichterschaltung für mindestens eine Phase (R, S, T), mit einem für jede Phase (R, S, T) vorgesehenen ersten Schaltgruppensystem (1),  
welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (2) und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter (2) verbundenen Kondensator (3) gebildete erste Hauptschaltgruppe (4) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist,  
welches erste Schaltgruppensystem (1) mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter (5) und durch einen Kondensator (6) gebildete Zwischenschaltgruppe (7) aufweist, wobei die oder eine der Zwischenschaltgruppen (7) mit der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist,  
und welches erste Schaltgruppensystem (1) eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (8) gebildete zweite Hauptschaltgruppe (9) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist und die oder eine Zwischenschaltgruppe (7) mit der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei mehreren Phasen (R, S, T) die ersten Schaltgruppensysteme (1) der Phasen (R, S, T) parallel miteinander verbunden sind, wobei beim jedem ersten Schaltgruppensystem (1) einer der ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) derselben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist, die der ersten Hauptschaltgruppe (4) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur ersten Hauptschaltgruppe (4) geschaltet ist und die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur zweiten Hauptschaltgruppe (9) geschaltet ist.
2. Umrichterschaltung für mindestens eine Phase (R, S, T), mit einem für jede Phase (R, S, T) vorgesehenen ersten Schaltgruppensystem (1),  
welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (2) und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter (2) verbundenen Kondensator (3) gebildete erste Hauptschaltgruppe (4) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist,

welches erste Schaltgruppensystem (1) mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter (5) und durch einen Kondensator (6) gebildete Zwischenschaltgruppe (7) aufweist, wobei die oder eine der Zwischenschaltgruppe (7) mit der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist,  
und welches erste Schaltgruppensystem (1) eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (8) gebildete zweite Hauptschaltgruppe (9) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist und die oder eine Zwischenschaltgruppe (7) mit der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für jede Phase (R, S, T) ein weiteres oder  $n$  weitere Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) vorgesehen sind, wobei  $n > 1$  ist und bei dem weiteren oder jedem der  $n$  weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) in Serie zur ersten Hauptschaltgruppe (4) geschaltet ist und die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) in Serie zur zweiten Hauptschaltgruppe (9) geschaltet ist,  
dass die erste Hauptschaltgruppe (4) des ersten Schaltgruppensystems (1) und die ersten Hauptschaltgruppen (4) des weiteren oder der  $n$  weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) zueinander in Serie geschaltet sind,  
dass die zweite Hauptschaltgruppe (9) des ersten Schaltgruppensystems (1) und die zweiten Hauptschaltgruppen (9) des weiteren oder der  $n$  weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) zueinander in Serie geschaltet sind, und  
dass bei mehreren Phasen (R, S, T) die weiteren Schaltgruppensysteme (10.1) oder die  $n$ -ten weiteren Schaltgruppensysteme (10.n) der Phasen (R, S, T) parallel miteinander verbunden sind.

3. Umrichterschaltung für mindestens eine Phase (R, S, T), mit einem für jede Phase (R, S, T) vorgesehenen ersten Schaltgruppensystem (1),  
welches eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (2) und durch einen mit dem Leistungshalbleiterschalter (2) verbundenen Kondensator (3) gebildete erste Hauptschaltgruppe (4) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist,  
welches erste Schaltgruppensystem (1) mindestens eine durch zwei in Serie geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter (5) und durch einen Kondensator (6) gebildete Zwischenschaltgruppe (7) aufweist, wobei die oder eine der Zwischenschaltgruppen (7) mit der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist,

und welches erste Schaltgruppensystem (1) eine durch einen Leistungshalbleiterschalter (8) gebildete zweite Hauptschaltgruppe (9) aufweist, wobei der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) durch ein passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung gebildet ist und die oder eine Zwischenschaltgruppe (7) mit der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei mehreren Phasen (R, S, T) die ersten Schaltgruppensysteme (1) der Phasen (R, S, T) parallel miteinander verbunden sind, wobei bei jedem ersten Schaltgruppensystem (1) der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist und das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist und der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist und das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist,

dass bei jedem ersten Schaltgruppensystem (1) der Verbindungspunkt der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) derselben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist,

dass bei jedem ersten Schaltgruppensystem (1) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) mit dem einen der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bauelemente (11) der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist, und

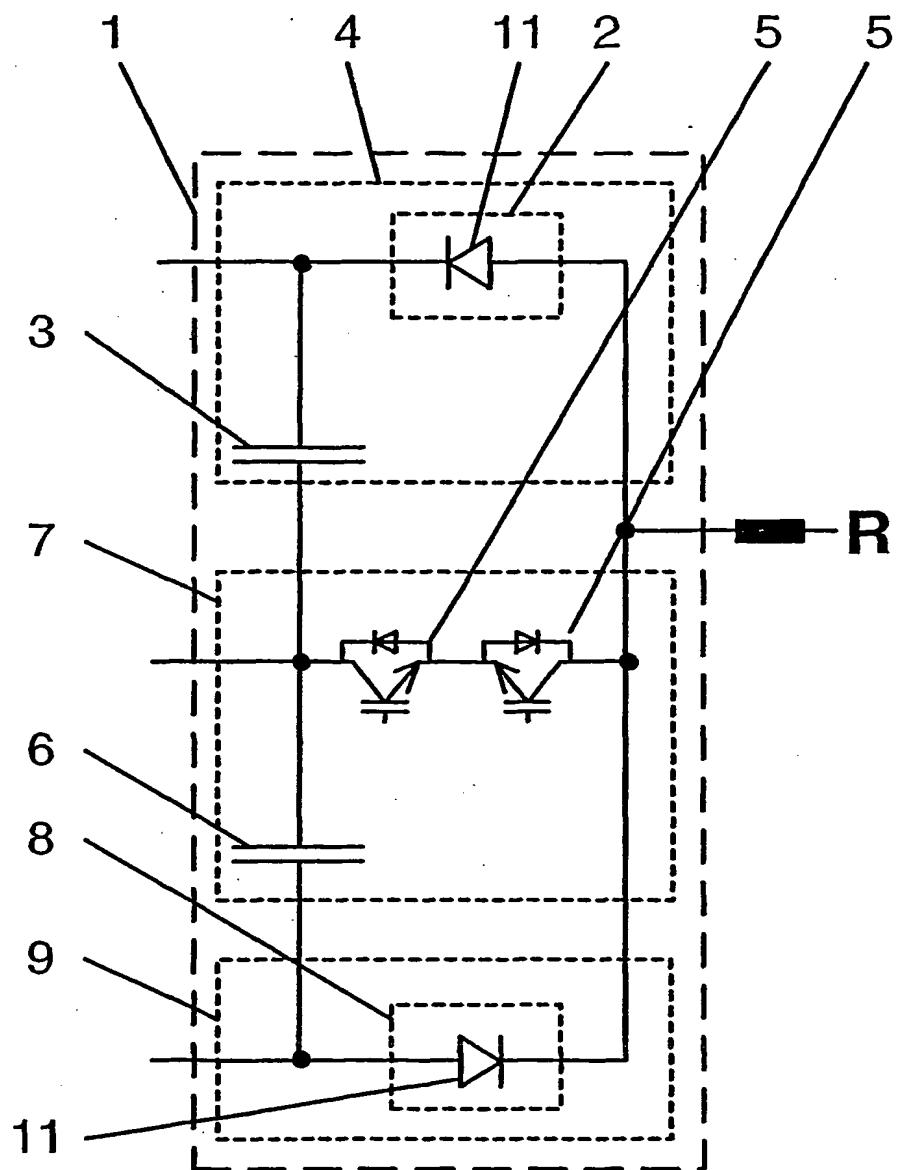
dass bei jedem ersten Schaltgruppensystem (1) die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) mit dem anderen der beiden ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bauelemente (11) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist.

4. Umrichterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist, und dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere

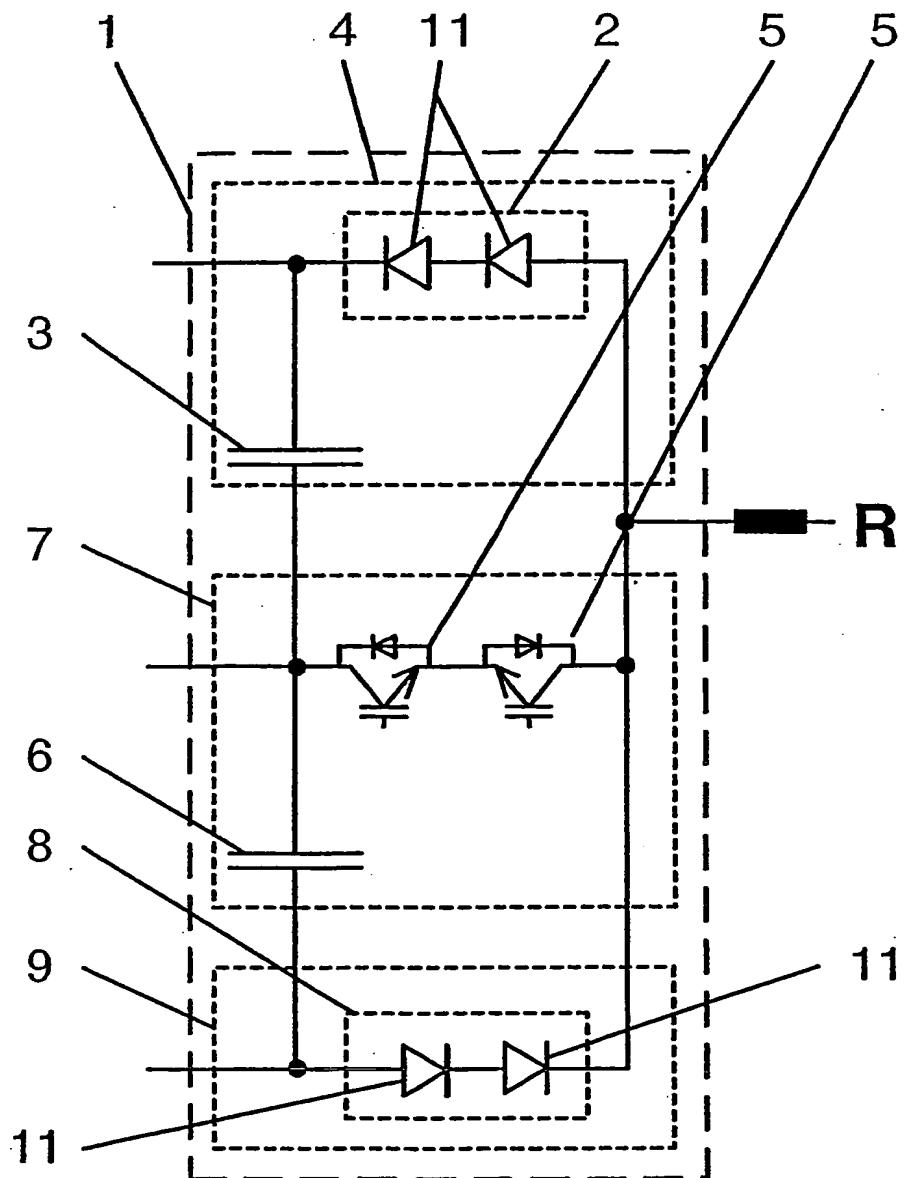
elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist.

5. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das elektronische Bauelement (11) eine Diode ist.
6. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) im Falle mehrerer vorgesehener Zwischenschaltgruppen (7) jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen (7) verkettet miteinander verbunden sind.
7. Umrichterschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) und bei dem weiteren oder bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) der Leistungshalbleiterschalter (2) der ersten Hauptschaltgruppe (4) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist, und  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) und bei dem weiteren oder bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) der Leistungshalbleiterschalter (8) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) ein weiteres passives nicht ansteuerbares elektronisches Bauelement (11) mit unidirektonaler Stromführungsrichtung aufweist, wobei das weitere elektronische Bauelement (11) in Serie zum bestehenden elektronischen Bauelement (11) geschaltet ist.
8. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 2 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) und bei dem weiteren oder bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) einer der ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) derselben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist,  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur ersten Hauptschaltgruppe (4) geschaltet ist, und  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) benachbarte Zwischenschaltgruppe (7) parallel zur zweiten Hauptschaltgruppe (9) geschaltet ist.

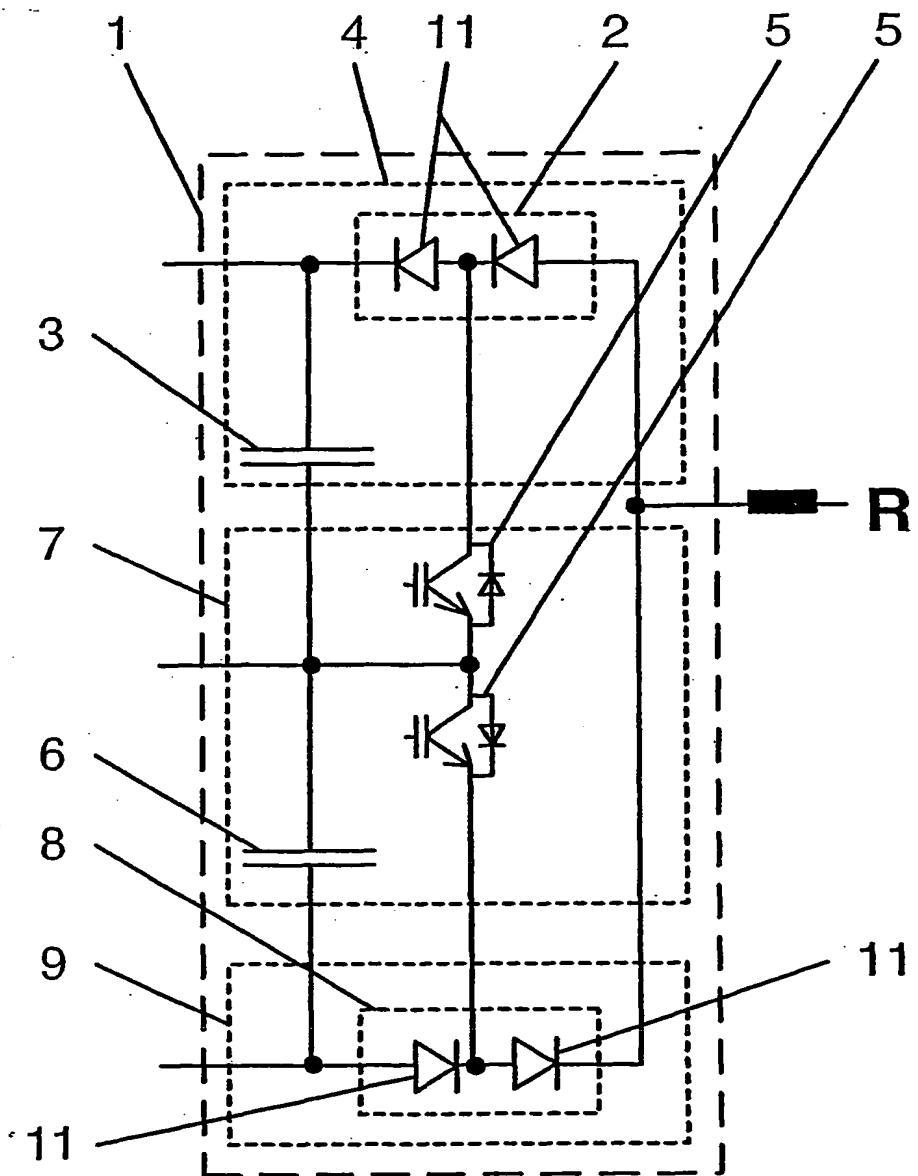
9. Umrichterschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) der Verbindungspunkt der beiden ansteuerbaren Leistungs-halbleiterschalter (5) einer jeden Zwischenschaltgruppe (7) mit dem Kondensator (6) der-selben Zwischenschaltgruppe (7) verbunden ist,  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der ersten Hauptschaltgruppe (4) be-nachbarte Zwischenschaltgruppe (7) mit dem einen der beiden ansteuerbaren Leistungs-halbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bauelemente (11) der ersten Hauptschaltgruppe (4) verbunden ist, und  
dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) die der zweiten Hauptschaltgruppe (9) be-nachbarte Zwischenschaltgruppe (7) mit dem anderen der beiden ansteuerbaren Leis-tungshalbleiterschalter (5) mit dem Verbindungspunkt der beiden elektronischen Bau-elemente (11) der zweiten Hauptschaltgruppe (9) verbunden ist.
10. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 2 oder 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten Schaltgruppensystem (1) im Falle mehrerer vorgesehener Zwischen-schaltgruppen (7) jeweils benachbarte Zwischenschaltgruppen (7) verkettet miteinander verbunden sind.
11. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 2 oder 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Zwischenschaltgruppen (7) eines jeden Schaltgruppensystems (10.1,...10.n) des weiteren oder der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) der Anzahl der Zwischenschaltgruppen (7) des ersten Schaltgruppensystems (1) entspricht, und dass bei dem weiteren oder bei jedem der n weiteren Schaltgruppensysteme (10.1,...10.n) im Falle mehrerer vorgesehener Zwischenschaltgruppen (7) jeweils be-nachbarte Zwischenschaltgruppen (7) seriell miteinander verbunden sind.
12. Umrichterschaltung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass jede Zwischen-schaltgruppe (7) des ersten weiteren Schaltgruppensystems (10.1) seriell mit jeweils ei-ner Zwischenschaltgruppe (7) des ersten Schaltgruppensystems (1) verbunden ist.
13. Umrichterschaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass für  $n \geq 2$  jede Zwi-schenschaltgruppe (7) des n-ten weiteren Schaltgruppensystems (10.2,...10.n) seriell mit jeweils einer Zwischenschaltgruppe (7) des (n-1)-ten Schaltgruppensystems (10.2,...10.n) verbunden ist.

**Fig. 1**

- 2/10 -



**Fig. 2**

**Fig. 3**

- 4/10 -

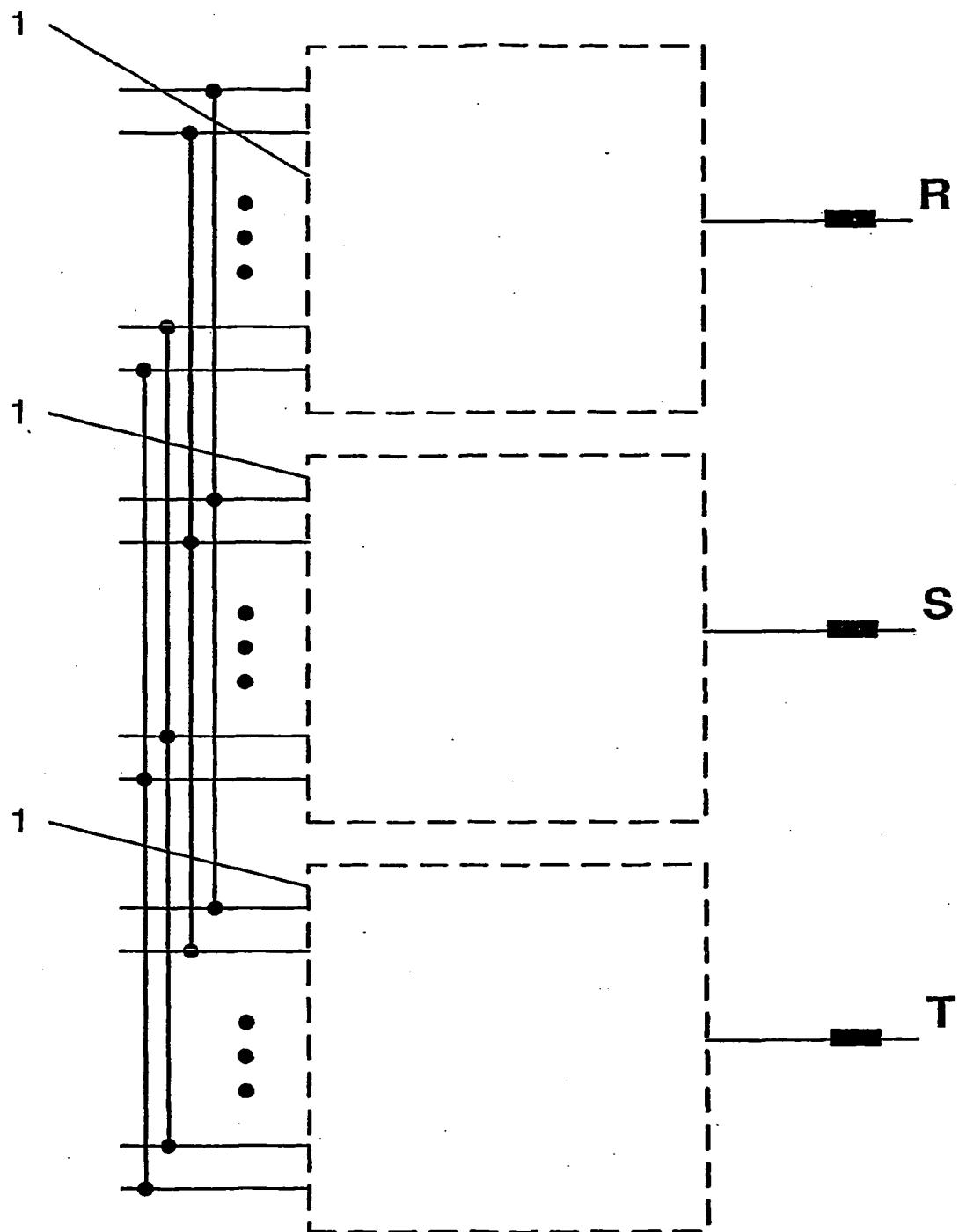
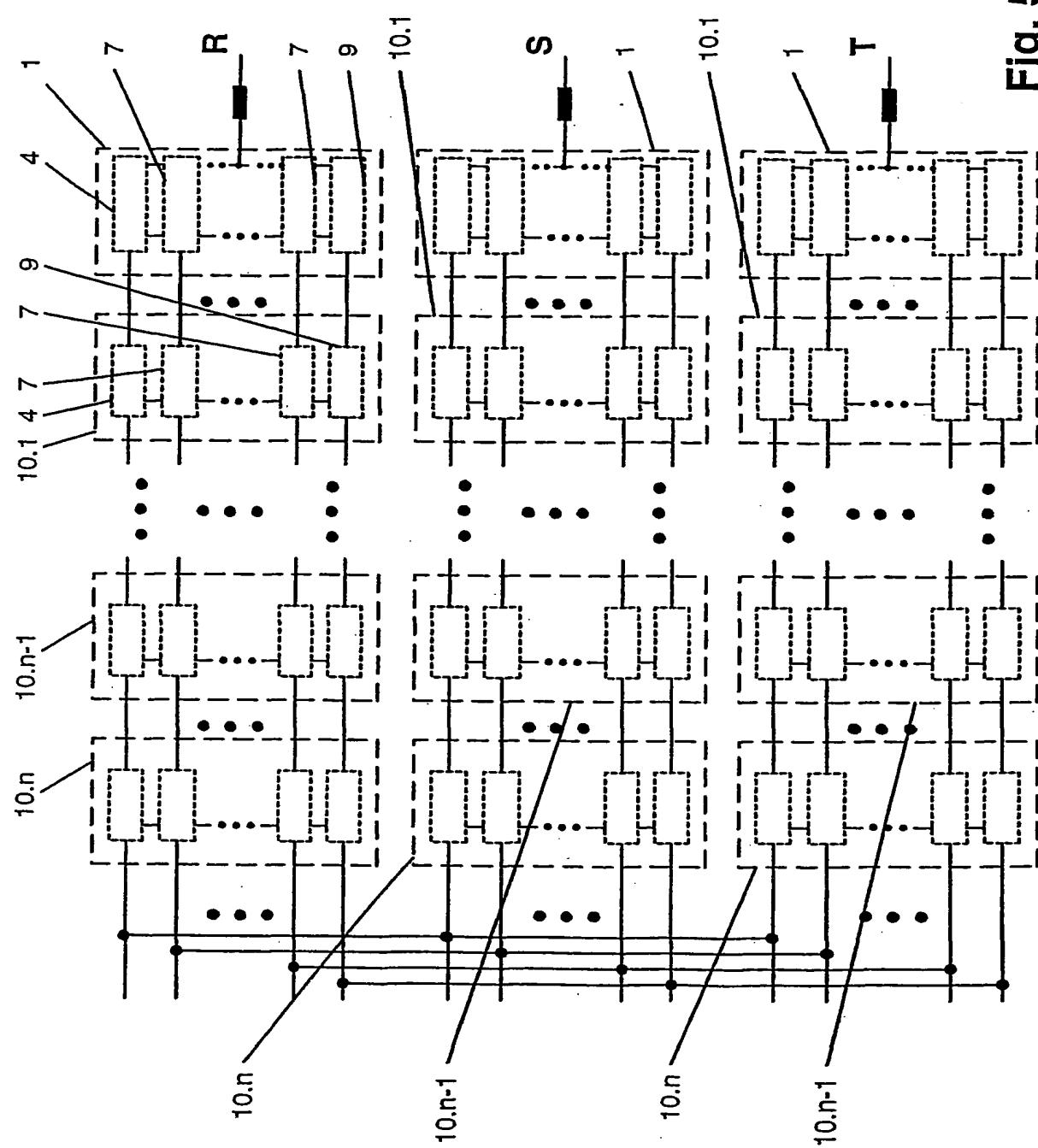


Fig. 4



5  
Fig.

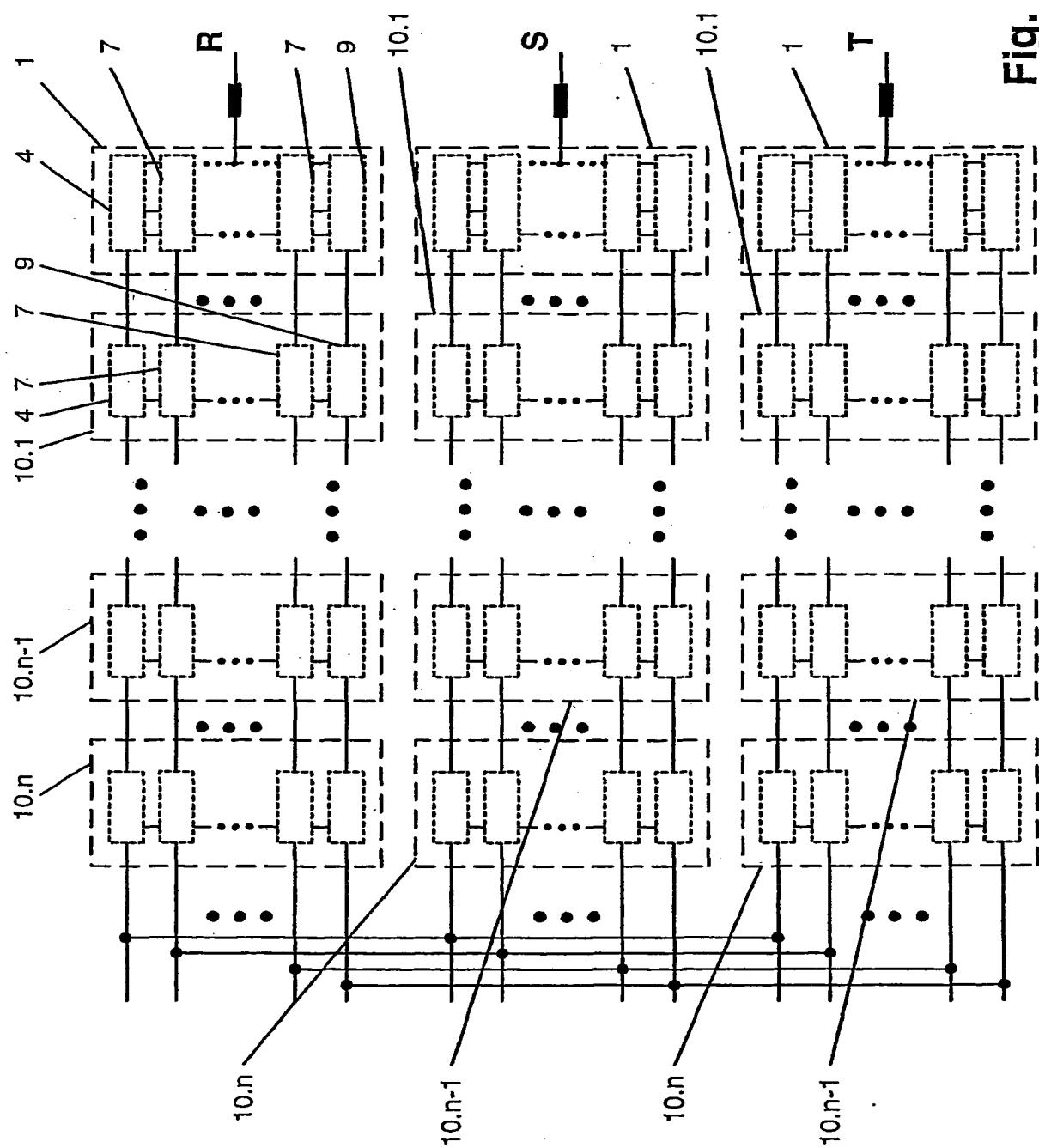


Fig. 6

- 7/10 -

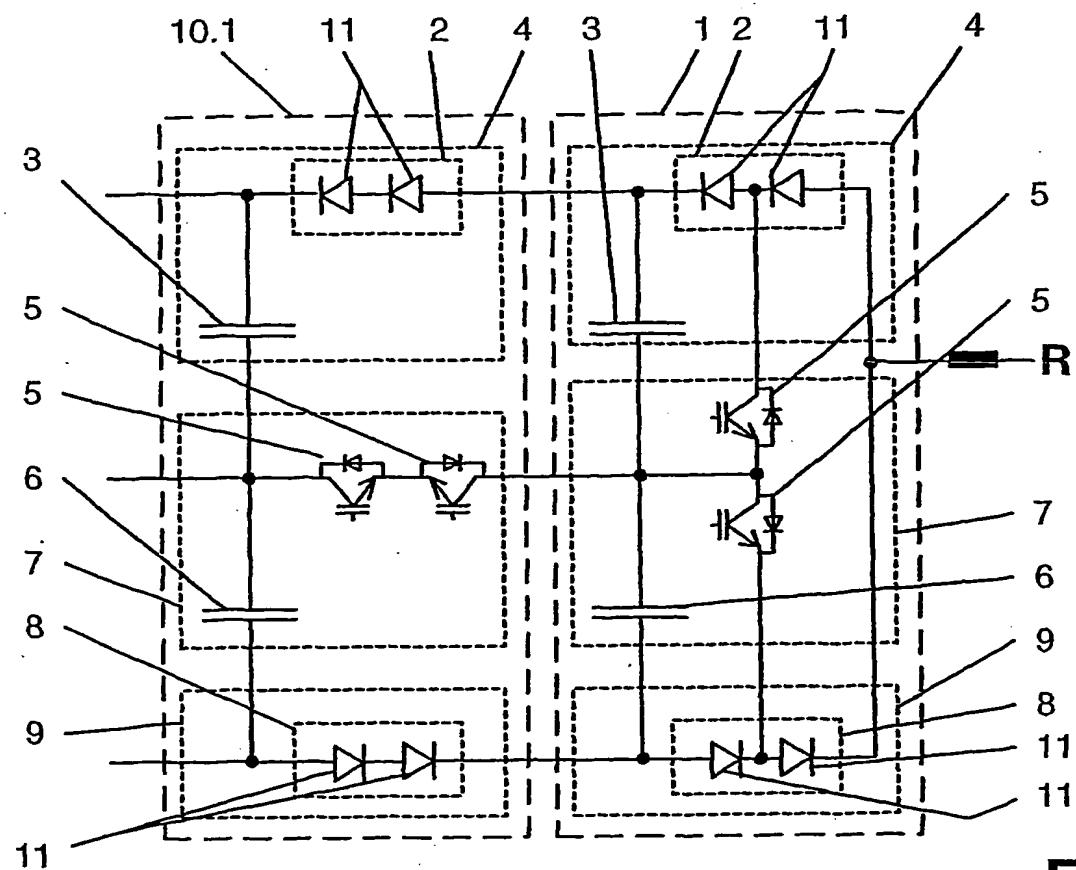
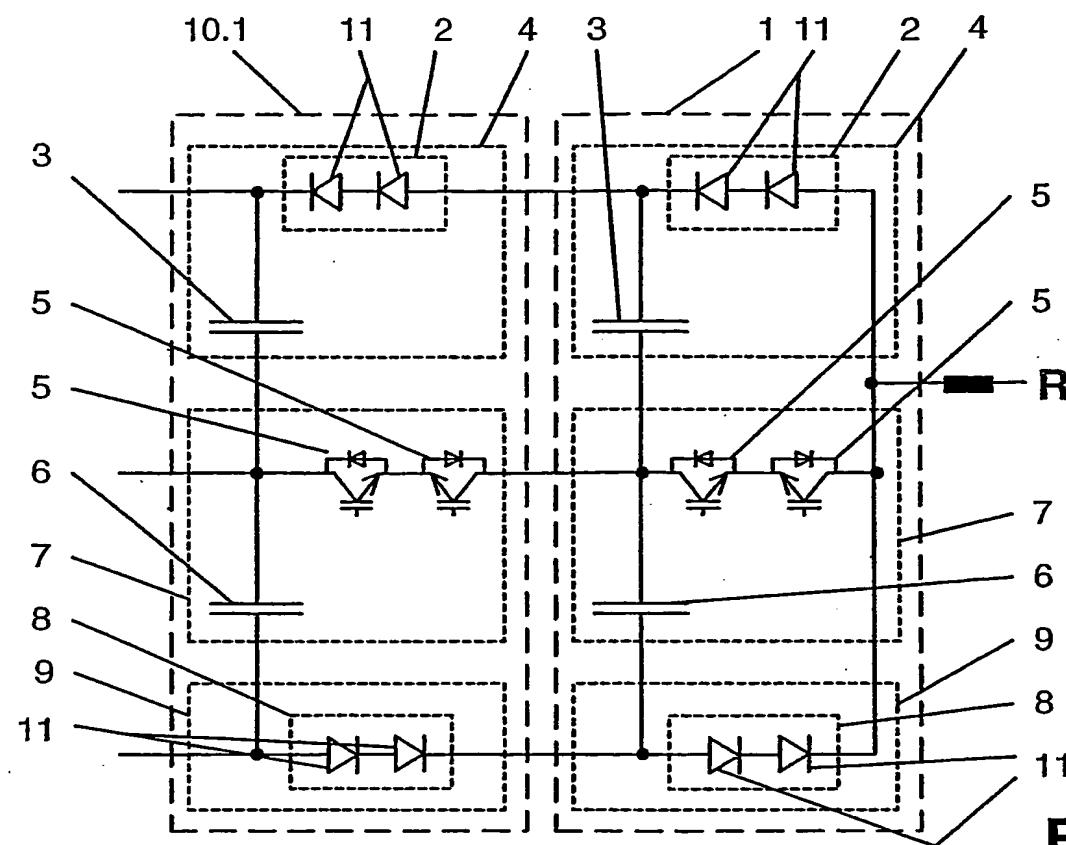


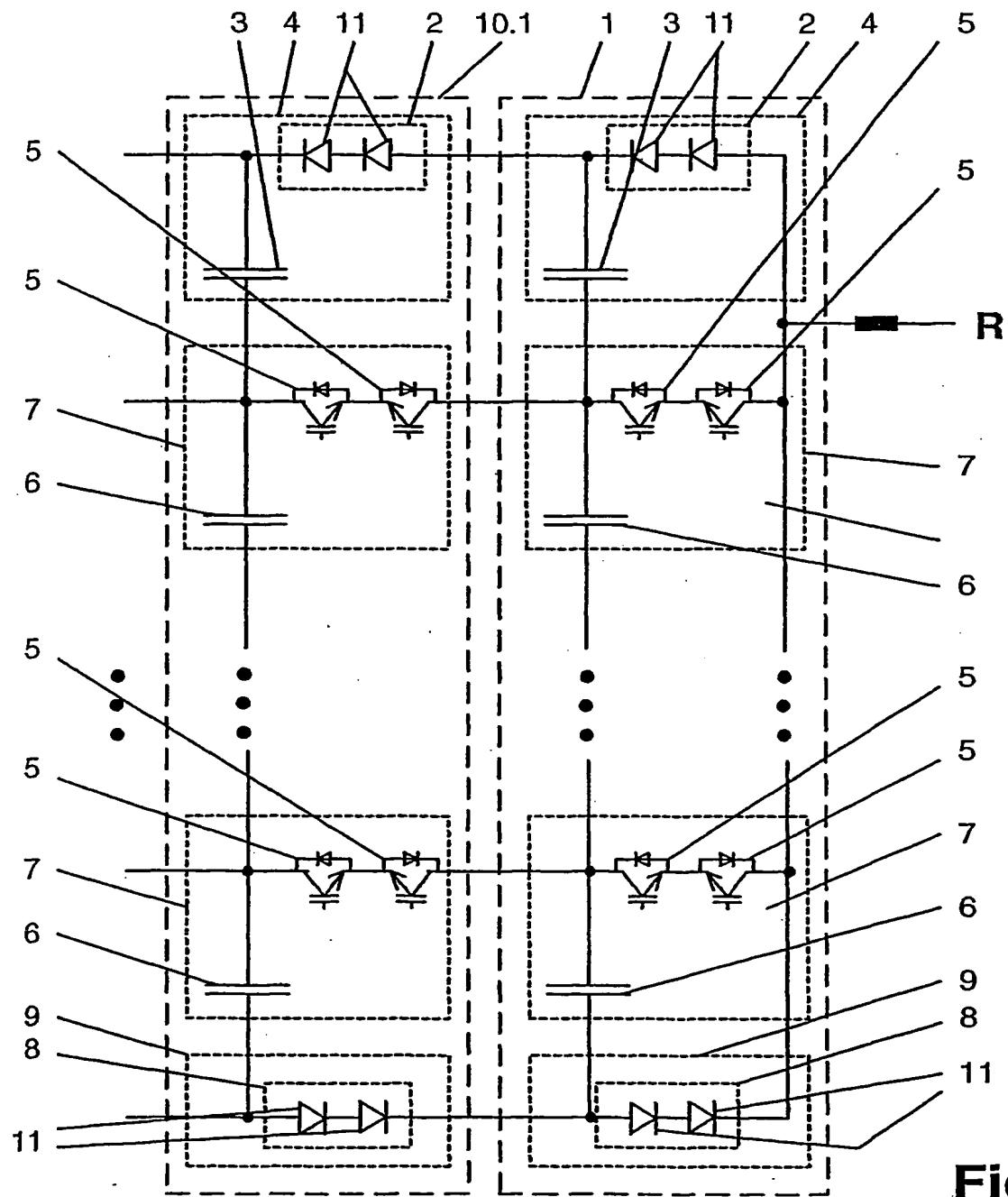
Fig. 7

- 8/10 -



**Fig. 8**

- 9/10 -

**Fig. 9**

- 10/10 -

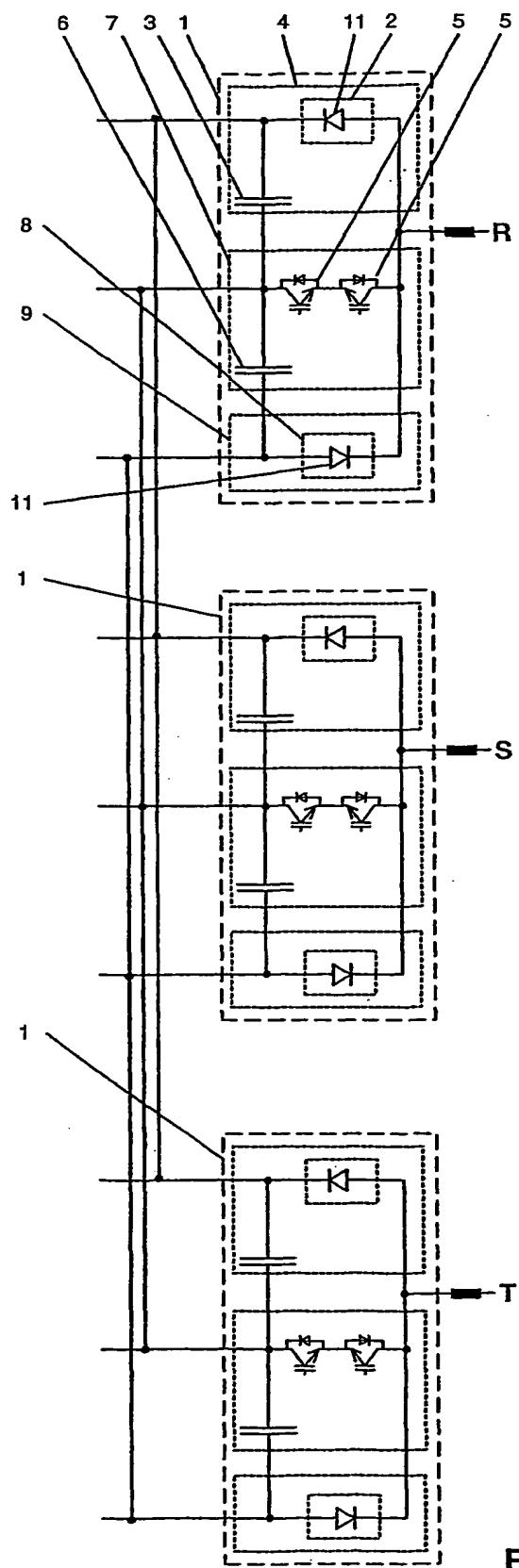


Fig. 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH2004/000388

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02M7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/128563 A1 (ROJAS ROMERO MANUEL ROBERTO) 10 July 2003 (2003-07-10) figure 1A	1,3,4
A		2-14
Y	YOSHIKAWA T ET AL: "Analysis of parallel operation methods of PWM inverter sets for an ultra-high speed elevator" APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 2000. APEC 2000. FIFTEENTH ANNUAL IEEE NEW ORLEANS, LA, USA 6-10 FEB. 2000, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 6 February 2000 (2000-02-06), pages 944-950, XP010371647 ISBN: 0-7803-5864-3 figure 1	1,3,4
A		2,5-14
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 August 2004

Date of mailing of the international search report

07/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zettler, K-R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH2004/000388

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003128563	A1	10-07-2003	BR	9907351 A		07-08-2001
			AU	2495001 A		03-07-2001
			WO	0147094 A2		28-06-2001
WO 0193412	A	06-12-2001	FR	2809548 A1		30-11-2001
			AU	6401901 A		11-12-2001
			CA	2409937 A1		06-12-2001
			EP	1287609 A2		05-03-2003
			WO	0193412 A2		06-12-2001
			JP	2004501597 T		15-01-2004
			US	2004032757 A1		19-02-2004
US 2003060326	A1	27-03-2003	US	2003232697 A1		18-12-2003
WO 03017457	A	27-02-2003	SE	524477 C2		17-08-2004
			SE	0102779 A		22-02-2003
			WO	03017457 A1		27-02-2003
US 6459596	B1	01-10-2002		NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH2004/000388

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H02M7/48

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2003/128563 A1 (ROJAS ROMERO MANUEL ROBERTO) 10. Juli 2003 (2003-07-10) Abbildung 1A	1,3,4
A		2-14
Y	YOSHIKAWA T ET AL: "Analysis of parallel operation methods of PWM inverter sets for an ultra-high speed elevator" APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 2000. APEC 2000. FIFTEENTH ANNUAL IEEE NEW ORLEANS, LA, USA 6-10 FEB. 2000, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 6. Februar 2000 (2000-02-06), Seiten 944-950, XP010371647 ISBN: 0-7803-5864-3 Abbildung 1	1,3,4
A		2,5-14
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20. August 2004

07/09/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zettler, K-R

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2004/000388

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 01/93412 A (MEYNARD THIERRY ANTOINE ;CENTRE NAT RECH SCIENT (FR); FOCH HENRI S) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1 Seite 5, Zeile 12 - Seite 6, Zeile 28 Seite 8, Zeilen 18-22	2,8-14
Y	US 2003/060326 A1 (MCLEOD PAUL W ET AL) 27. März 2003 (2003-03-27) Abbildung 4 Absatz '0026!	3
A	WO 03/017457 A (ROJAS ROMERO MANUEL ROBERTO ;EMERSON ENERGY SYSTEMS AB (SE)) 27. Februar 2003 (2003-02-27) Abbildungen 2,3A Seite 5, Zeile 17 - Seite 6, Zeile 13	1-14
A	US 6 459 596 B1 (CORZINE KEITH ALLEN) 1. Oktober 2002 (2002-10-01) Zusammenfassung Abbildung 1A Spalte 5, Zeilen 37-50	1-14

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2004/000388

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003128563	A1	10-07-2003	BR AU WO	9907351 A 2495001 A 0147094 A2		07-08-2001 03-07-2001 28-06-2001
WO 0193412	A	06-12-2001	FR AU CA EP WO JP US	2809548 A1 6401901 A 2409937 A1 1287609 A2 0193412 A2 2004501597 T 2004032757 A1		30-11-2001 11-12-2001 06-12-2001 05-03-2003 06-12-2001 15-01-2004 19-02-2004
US 2003060326	A1	27-03-2003	US	2003232697 A1		18-12-2003
WO 03017457	A	27-02-2003	SE SE WO	524477 C2 0102779 A 03017457 A1		17-08-2004 22-02-2003 27-02-2003
US 6459596	B1	01-10-2002		KEINE		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**